



■ 全国中等职业技术学校数控加工专业教材 ■

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO SHUKONG JIAGONG ZHUANYE JIAOCAI

数控加工工艺 编程与操作

(国产数控系统铣床与加工中心分册)



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

数控加工工艺编程与操作

(国产数控系统铣床与加工中心分册)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工工艺编程与操作: 国产数控系统铣床与加工中心分册/王增杰主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

ISBN 978-7-5045-7082-6

I. 数… II. 王… III. ①数控机床-加工工艺②数控机床-程序设计③数控机床: 铣床-加工工艺④数控机床: 铣床-程序设计 IV. TG659 TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 053860 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 342 千字

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

定价: 25.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

随着数控加工技术迅速发展和普及,企业对数控加工技能人才的知识和能力结构以及相应的职业教育和培训提出了更高、更新的要求。为适应这一形势,更好地满足全国中等职业技术学校数控加工专业教学的需要,我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《数控加工专业教学计划与教学大纲》,在广泛调研的基础上,组织行业专家、职业教育研究人员、学校一线教师共同开发了中等职业技术学校数控加工专业教材。

本套教材主要包括:《数控加工工艺编程与操作(FANUC系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(FANUC系统铣床与加工中心分册)》《数控加工工艺编程与操作(SIEMENS系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(SIEMENS系统铣床与加工中心分册)》《数控加工工艺编程与操作(国产数控系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(国产数控系统铣床与加工中心分册)》《CAD/CAM基础与实训(CAXA)》《CAD/CAM基础与实训(Mastercam)》《数控机床机械系统及其故障诊断与维修》《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》《模具结构与制造》等。

在本套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则:

在教材体系构建方面,充分考虑各个学校教学条件和设备选型的差异,力求满足学校对数控系统和仿真软件的个性化需求。如针对数控加工工艺教学,按照车床、铣床(加工中心)两个系列,分别编写适合FANUC、SIEMENS和国产数控系统教学的6本教材;针对仿真教学,选取CAXA和Mastercam两种最常用的软件分别编写《CAD/CAM基础与实训(CAXA)》《CAD/CAM基础与实训(Mastercam)》。此外,考虑到各校在专业课程设置上会有些差异,我们还开发了《数控机床机械系统及其故障诊断与维修》和《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》,为学校拓展数控加工专业课程设置创造了条件。

在教材编写模式方面,力求反映先进的教学理念,突出理论实训一体化教学的原则。根据任务驱动的先进教学理念,对教材内容进行重组,以典型零件的生产为载体,有机融入理论知识和操作技能。同时,在教材中尽可能多地采用图片、照片以及步骤清晰的操作流程,这样既再现了工作岗位的情境,又激发了学生的学习兴趣。

在教材内容安排方面,根据国家职业标准《数控车工》《数控铣工》《加工中心操作工》《数控机床装调维修工》,以及企业对数控加工人员的岗位要求,以够用实用为度,删除“繁难偏旧”的理论知识,加大技能训练环节教学内容的编写力度。

在教材配套和服务方面,力求满足教师和学生需求。6本编程教材均配有练习指导,并按照应知和应会两部分内容编写,一方面梳理知识,提供更多的例题解析,另一方面设计了大量练习,帮助学生复习巩固所学知识。此外,教材中涉及的程序均制作成素材包,可以

从中国劳动社会保障出版社网站 www.class.com.cn 下载。

本套教材的编写得到江苏、浙江、广东、山东、四川、河南、河北、福建等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《数控加工工艺编程与操作（国产数控系统铣床与加工中心分册）》是为配合学校开展数控加工教学开发的专业教材，主要内容包括数控铣床和加工中心的基本知识和基本操作、数控编程基础、外轮廓零件加工、内轮廓零件加工、孔系加工、综合零件的加工、DNC 数控加工技术应用、CAD/CAM 软件应用等。本书根据数控行业的岗位要求，按照任务驱动的模式编写，使教材紧紧围绕技能培养这一核心，实现了理论与实践的有机结合。

本书由王增杰主编，韩鸿鸾主审。教材中的程序由刘校净、冯迎超进行校验，在此表示感谢。

劳动和社会保障部教材办公室

2008 年 3 月

《数据加工工艺编程与操作》 (国产数控系统铣床与加工中心分册) 参考学时

章节内容	总学时	讲授	训练
模块一 数控铣床和加工中心的基本知识和基本操作	58	20	38
课题 1-1 认识数控铣床和加工中心		2	2
课题 1-2 数控机床的发展、基本结构和分类		2	
课题 1-3 手动操作功能训练		2	4
课题 1-4 数据输入、编辑与校对		2	8
课题 1-5 数控铣床/加工中心机床刀具		4	6
课题 1-6 加工中心刀库		2	2
课题 1-7 对刀及加工参数设置		2	8
课题 1-8 工件装夹和加工中心工件定位基准的选择		2	4
课题 1-9 数控铣床和加工中心操作规程、维护和精度检验		2	4
模块二 数控编程基础	20	8	12
课题 2-1 加工程序的编制		2	4
课题 2-2 HNC-21M/22M 系统的代码指令系统和加工程序的编制方法		6	8
模块三 外轮廓零件加工	12	4	8
课题 3-1 外轮廓零件加工工艺分析与工艺文件的编写		2	4
课题 3-2 外形轮廓加工		2	4
模块四 内轮廓零件加工	12	4	8
课题 4-1 槽加工		2	4
课题 4-2 型腔加工		2	4
模块五 孔系加工	30	10	20
课题 5-1 钻中心定位孔、钻孔、扩孔、铰孔技能训练		4	8
课题 5-2 镗孔加工训练		2	4
课题 5-3 攻螺纹加工技能训练		2	4
课题 5-4 认识精度检测常用量具		2	4
模块六 综合零件的加工	60	12	48
课题 6-1 平面轮廓铣削及钻、扩孔		2	6
课题 6-2 钻孔加工		2	6
课题 6-3 利用镜像功能加工实例		2	6
课题 6-4 缩放功能 G50、G51 的应用训练		2	6
课题 6-5 旋转变换 G68、G69 的应用训练		2	6
课题 6-6 综合工件加工训练		2	18
模块七 DNC 数控加工技术应用	14	8	6
课题 7-1 认识 DNC 数控加工技术		2	
课题 7-2 HNC-21M 串口通讯与数据传输方法		2	2
课题 7-3 应用 PCIN 软件实现程序传输		2	2
课题 7-4 运用华中数控串口通讯软件 (V1.2 版) 实现计算机和数控系统间的数据互传		2	2
模块八 CAD/CAM 软件应用	12	4	8
课题 8-1 CAD/CAM 实体造型和自动编程应用一		2	4
课题 8-2 CAD/CAM 实体造型和自动编程应用二		2	4
总计	218	70	148

目 录

模块一 数控铣床和加工中心的基本知识和基本操作.....	(1)
课题 1—1 认识数控铣床和加工中心	(1)
课题 1—2 数控机床的发展、基本结构和分类	(10)
课题 1—3 手动操作功能训练	(22)
课题 1—4 数控程序的输入、编辑与校对	(25)
课题 1—5 数控铣床/加工中心刀具	(36)
课题 1—6 加工中心刀库	(45)
课题 1—7 对刀及加工参数设置	(51)
课题 1—8 工件的装夹和加工中心工件定位基准的选择	(61)
课题 1—9 数控铣床和加工中心操作规程、维护与精度检验	(73)
模块二 数控编程基础.....	(79)
课题 2—1 加工程序的编制	(79)
课题 2—2 HNC—21M/22M 系统的代码指令系统和加工程序的编制方法	(83)
模块三 外轮廓零件加工.....	(92)
课题 3—1 外轮廓零件加工工艺分析和工艺文件的编写	(92)
课题 3—2 外形轮廓加工	(99)
模块四 内轮廓零件加工.....	(110)
课题 4—1 槽加工	(110)
课题 4—2 型腔加工	(113)
模块五 孔系加工.....	(119)
课题 5—1 钻中心定位孔、钻孔、扩孔、铰孔技能训练	(119)
课题 5—2 镗孔加工训练	(125)
课题 5—3 攻螺纹加工技能训练	(129)
课题 5—4 认识精度检测常用量具	(133)

模块六 综合零件的加工	(140)
课题 6—1 平面轮廓铣削及钻、扩孔加工	(140)
课题 6—2 钻孔加工	(146)
课题 6—3 利用镜像功能加工实例	(149)
课题 6—4 缩放功能 G50、G51 的应用训练	(152)
课题 6—5 旋转变换 G68、G69 的应用训练	(155)
课题 6—6 综合工件加工训练	(161)
模块七 DNC 数控加工技术应用	(172)
课题 7—1 认识 DNC 数控加工技术	(172)
课题 7—2 HNC—21M 串口通讯与数据传输方法	(180)
课题 7—3 应用 PCIN 软件实现程序传输	(187)
课题 7—4 运用华中数控串口通讯软件 (V1.2 版) 实现计算机和数控系统间的 数据互传	(190)
模块八 CAD/CAM 软件应用	(194)
课题 8—1 CAD/CAM 实体造型和自动编程应用一	(194)
课题 8—2 CAD/CAM 实体造型和自动编程应用二	(201)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 1	(211)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 2	(217)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 3	(223)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 1 答案	(228)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 2 答案	(229)
国家职业技能鉴定统一试卷中级数控铣工理论知识试卷样题 3 答案	(230)
附录: 在加工不同材料时高速钢和硬质合金刀具铣削参数参考表	(231)

模块一 数控铣床和加工中心的基本知识和基本操作

课题 1—1 认识数控铣床和加工中心

一、任务描述

掌握数控机床的有关基本知识,明确数控铣床和加工中心的基本概念及其应用,熟悉 HNC—21M/22M 系统操作面板的组成。

二、任务分析

通过学习与训练,掌握数控铣床和加工中心的基本知识、结构组成、功能特点及其应用。并且在实际动手加工零件之前,熟练掌握 HNC—21M/22M 系统操作面板的各功能键的使用方法和作用。

三、基础知识

在动手操作数控铣床的操作面板之前,先学习数控机床的基本知识。

基础知识 1 认识数控机床

如图 1—1—1 所示为数控机床,数控机床是安装了数控系统或者说是采用了数控技术的机床。数控技术是利用数字化信息对机械运动及加工过程进行控制的一种方法。通常将数控技术简称为数控(Numerical Control,缩写为 NC)。现代数控技术都是采用计算机进行控



图 1—1—1 数控机床

制, 因此, 现代数控技术又称为计算机数控技术, 简称为 CNC (Computer Numerical Control)。

数控机床是在普通机床的基础上发展和演变过来的。数控机床把在普通加工过程中需要由操作人员手动完成的各种动作, 如工件的夹紧与松开、切削液的开和关、主轴转速调整、主轴停转与换向、进刀和退刀、刀具选择、刀具和工件的位置、刀具的起始点与终止点、刀具在空间的运动轨迹等各种动作步骤以及先后顺序, 采用数字化的代码 (加工程序) 表示, 通过数控介质载入数控系统工业用控制计算机或通用计算机, 计算机通过对这些数字化代码进行处理与运算, 然后发出各种控制指令对机床的各个运动部件及开关部件进行控制, 使机床完成自动化加工。

基础知识 2 认识数控铣床

1. 数控铣床的分类

数控机床按照其用途可以分为数控车床、数控铣床、数控磨床、数控镗床、数控电火花成形机床、数控线切割机床等不同类型。数控铣床是以铣削加工为主, 并辅有镗削加工的数控镗铣床的简称。

数控铣床常见的结构形式有卧式、立式和万能式 (五面加工数控铣床) 三种, 如图 1-1-2~图 1-1-4 所示。



图 1-1-2 立式数控铣床



图 1-1-3 卧式数控加工中心铣床

2. 数控铣床的应用

- (1) 可以完成各种平面轮廓、斜面轮廓、曲面轮廓的铣削加工, 如图 1-1-5 所示。
- (2) 可以进行钻孔、扩孔、铰孔、铰孔、攻螺纹、镗孔加工, 如图 1-1-6 所示。

基础知识 3 认识数控加工中心

1. 加工中心的分类

加工中心是指带有刀库和自动换刀装置的数控机床。数控车床上安装的回转刀架不属于



图 1—1—4 多轴加工数控铣床

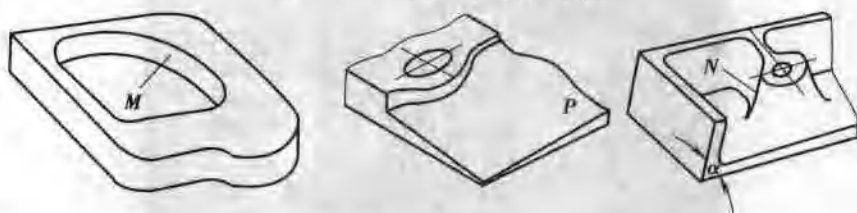


图 1—1—5 平面、斜平面、曲面类零件



图 1—1—6 有面又有孔的零件

加工中心概念中所指的刀库和自动换刀装置。加工中心分为车铣复合加工中心机床和铣削加工中心。

车铣复合加工中心机床是在车床的转盘式刀架上安装有动力铣削装置，可以在不改变装夹的情况下，直接在车削工件上实现铣削加工。该种机床是一种集成了车、铣、钻、镗、攻螺纹等功能于一体的高柔性机床，适用加工范围很宽。目前，关于车铣复合加工中心的叫法有多种，有的称这种车铣复合加工中心机床为车铣加工中心，或者车铣中心，如图 1—1—7 和图 1—1—8 所示。

铣削加工中心机床是指在数控铣床基础上配上刀库和自动换刀装置的机床。根据铣床的主轴是竖直的还是水平的，分为立式加工中心和卧式加工中心，如图 1—1—9 和图 1—1—10 所示。主轴竖直的叫立式加工中心，主轴是水平方向的叫做卧式加工中心。加工中心刀库可以放置十几把甚至几十把刀具，机床按照事先编制好的程序，由自动换刀装置进行自



图 1—1—7 车铣加工中心



图 1—1—8 车铣中心 (车铣复合加工中心)



图 1—1—9 立式加工中心

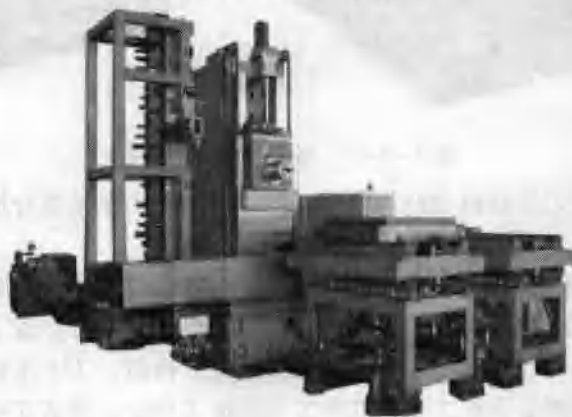


图 1—1—10 卧式加工中心

动调用和更换刀具。工件在加工中心上加工,可以在一次装夹后完成多项加工内容,减少了辅助定位和装夹时间,生产效率比普通铣床大大提高,且减少了由于多次定位而带来的定位误差,从而使同一批工件的尺寸同一性更好。

2. 加工中心的加工对象

加工中心最适合加工工序复杂,需要使用多把刀具才能完成的工件。这类工件及其模具的形状特征是既有平面又有多种光孔、螺纹孔,如图 1—1—11 所示。



图 1—1—11 加工中心的加工对象及模具

四、技能训练

本次训练任务是熟悉 HNC—21M/22M 数控铣床系统的操作面板上各功能键的作用。

训练任务 1 熟练掌握 HNC—21M/22M 系统面板组成

1. 控制面板

华中数控系统 HNC—21M 的操作控制面板主界面如图 1—1—12 所示。

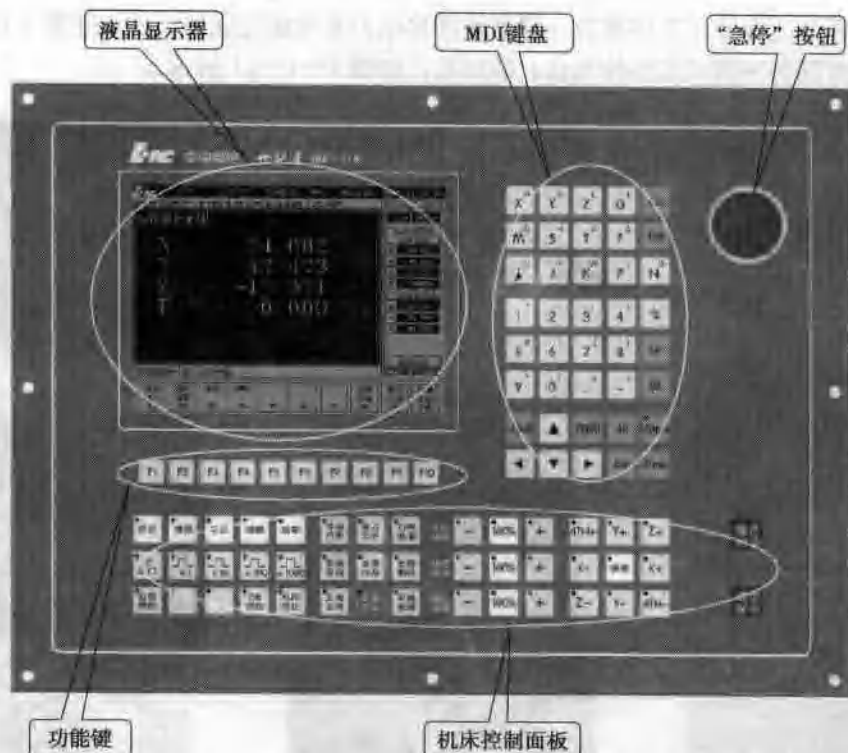


图 1—1—12 华中数控 HNC—21M 的控制面板主界面

该操作控制面板上的功能部件可以分为 4 个区域。

- (1) LCD 屏幕显示区和功能菜单选择按键 F1~F10。
- (2) MDI 输入和编辑键盘区。
- (3) 机床控制按键区。
- (4) 机床急停按钮。

2. 控制面板附带控制装置

控制面板附带的控制装置称为手持手动控制单元（手摇脉冲发生器，见图 1—1—13）。



图 1—1—13 手摇脉冲发生器

3. 操作界面

主界面上的显示屏幕如图 1—1—14 所示。



图 1—1—14 华中数控 HNC—21M 的控制面板 LCD 显示界面

屏幕上大部分屏幕主显示区主要显示当前的加工状态，如当前机床坐标系和工件坐标系的 X、Y、Z 坐标值，主轴转速，进给速度，以及输入的各种参数的值。当系统读入加工文件后，此区域还可以显示加工的 G 代码和加工轨迹的图形仿真。

屏幕下面部分为显示菜单，菜单的选择则依靠按下屏幕下方对应的菜单软键（F1～F10）来实现。菜单有嵌套，一个菜单下可能有若干个子菜单。通过菜单能访问到系统所有的功能和设置。具体功能如下：

- (1) 显示窗口，可以通过按“F9”键来选择显示内容。
- (2) 菜单命令行，可以通过对应的 F1～F10 键选择系统功能。
- (3) 运行程序索引，可以显示当前正在运行的程序名和程序段号。
- (4) 目前所处的工件坐标系位置。可以在机床坐标、工件坐标、余量坐标间转换。
- (5) 工件坐标零点在机床坐标系下的坐标值。
- (6) 主轴倍率、进给倍率的修调显示。
- (7) 自动加工中的 M、S、T 代码显示。
- (8) 当前加工程序行。
- (9) 当前加工方式、系统运行状态、运行时间。

训练任务 2 华中 HNC—21M/22M 数控系统的主要功能

1. 工作状态的选择与切换

- (1) 数控系统的工作状态在自动、单段、回零、增量、急停、复位之间切换。
- (2) 运行状态有正常和出错两种显示状态。
- (3) 主菜单命令行和子菜单间的转换操作。可以通过对应的 F1~F10 键选择输入程序、编辑程序、对刀、修改刀补参数、坐标系的设定、修改 PLC 等机床参数、CNC 传输等对应的系统功能菜单。

2. 功能介绍

华中数控 HNC—21M/22M 系统主菜单和对应子菜单的结构如图 1—1—15 所示。



图 1—1—15 华中数控世纪星 HNC—21M 的控制面板全图

(1) 自动加工

自动加工功能有程序选择 (F1)、运行状态 (F2)、程序校验 (F3)、重新运行 (F4)、保存断点 (F5)、恢复断点 (F6)、重新运行 (F7) 和从指定行运行 (F8)。

(2) 程序编辑

程序编辑功能有文件管理 (F1)、选择编辑程序 (F2)、编辑当前程序 (F3)、保存文件 (F4)、文件另存为 (F5)、删除一行 (F6)、查找 (F7)、继续查找替换 (F8) 和替换 (F9)。

(3) 参数

参数功能有参数索引 (F1)、修改口令 (F2)、输入权限 (F3)、置出厂值 (F5)、恢复前值 (F6)、备份参数 (F7) 和装入参数 (F8)。

(4) MDI

MDI 功能有刀库表 (F1)、刀具表 (F2)、坐标系 (F3)、返回断点 (F4)、重新对刀 (F5)、MDI 运行 (F6)、MDI 清除 (F7)。

(5) PLC 状态显示

主要功能为状态显示 (F4)。

(6) 故障报警

故障报警功能有报警显示 (F6) 和错误历史 (F7)。

3. MDI 输入和编辑键盘区

HNC—21M 系统的控制面板具有标准化的字母和数字键及编辑键盘, 其中大部分键具有上档功能键, 也就是说同一个按钮键可以输入两个基本字符。使用上档 “Upper” 键进行切换, 当按下此键后, 指示灯亮, 表示现在处于上档状态, 再按下此键后, 指示灯灭, 表示现在处于正常状态。上档键主要在编写和修改程序、修改系统参数、输入刀具参数时用到。“Del” 键为退格键, 用于删除光标前的字符, “BS” 键用于删除光标后的字符, 和 PC 机键盘类似, 该数控系统的控制面板也有用于光标向左或向右定位的键, 还有用于光标向上或向下移动的带箭头指示方向的键, “PgUp” “PgDn” 键则是向上翻页和向下翻页。

4. 机床控制按键区

机床控制按键主要用于各种手动操作。手动控制各移动轴, 倍率修调, 机床锁住, Z 轴锁住和工作状态功能选择键, 在机床开机返回参考点和首件试切对刀时使用。

5. 机床急停按钮

当机床运行中出现紧急状况, 需要紧急停机时, 拍下急停按钮, 可避免重大事故发生。

五、习题与训练

理论知识部分

1. 什么样的机床是数控机床?
2. 什么是数控铣床? 什么样的机床叫做加工中心机床?
3. 数控铣床或加工中心根据其主轴安装方式通常分为哪几种?
4. 数控铣床可以加工哪些零件?
5. 加工中心适合加工哪类零件?
6. 什么是车铣复合加工中心?

实际操作部分

1. 观察 HNC—21M/22M 数控操作面板 (其他数控系统也可), 然后写出其由哪几部分组成。
2. 观察手摇脉冲发生器由哪几部分组成, 了解各个旋钮有几个挡位, 这些不同的挡位各起什么作用。